



JP11107718

Biblio

Page 1

Drawing

**ROTATIONAL PHASE CONTROL DEVICE**

Patent Number: JP11107718

Publication date: 1999-04-20

Inventor(s): SHIMIZU TSUTOMU; HASEGAWA YASUAKI; OKUDA TSUNEHISA; NISHIKAWA TOSHIHIDE

Applicant(s): MAZDA MOTOR CORP

Requested Patent: ☐ JP11107718

Application Number: JP19970274670 19971007

Priority Number(s):

IPC Classification: F01L1/34; F02D13/02; F16H49/00; G05D3/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To carry out stable phase control regardless of change of absolute rotational speed of input/output members while assembling a planetary gear mechanism and driving means for changing a phase with an end part of a cam shaft in a lump and compactly, in a case where the phase of the cam shaft is controlled using the planetary gear mechanism and the driving means for changing the phase.

SOLUTION: A planetary gear mechanism 10 provided with a sun gear 11, a planetary carrier 12 and a ring gear 15, and a motor 20 provided with a rotor 21 provided with a permanent magnet 22 and a stator 23 provided with a stator coil, are arranged concentrically. The rotor 21 and the stator 23 are respectively connected to the sun gear 11 and the planetary carrier 12. A cam pulley 3 is connected to a carrier 13, and the cam shaft 1 is connected to the ring gear 15.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-107718

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月20日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

F 0 1 L 1/34

F 0 1 L 1/34

B

F 0 2 D 13/02

F 0 2 D 13/02

G

F 1 6 H 49/00

F 1 6 H 49/00

Z

G 0 5 D 3/00

G 0 5 D 3/00

H

// F 1 6 H 1/28

F 1 6 H 1/28

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平9-274670

(22) 出願日

平成9年(1997)10月7日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 清水 勉

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 長谷川 泰明

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 奥田 恒久

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

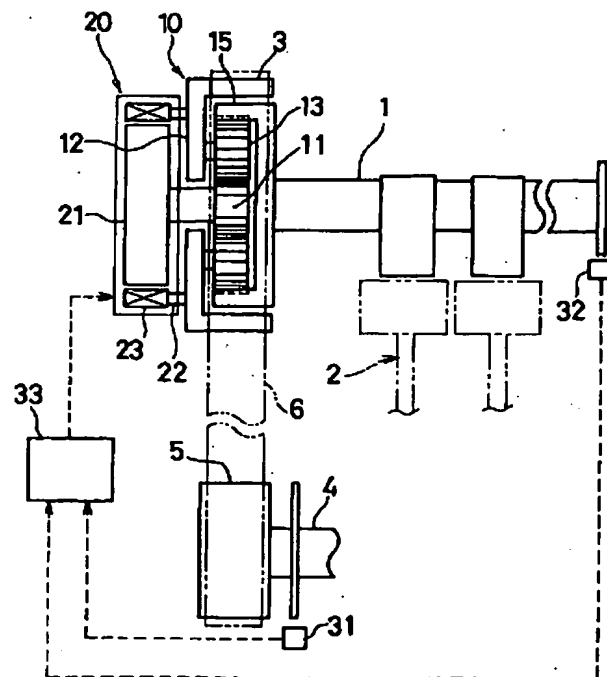
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転位相制御装置

(57) 【要約】

【課題】 遊星歯車機構と位相変更用駆動手段とを用いてカムシャフトの位相を制御する場合に、遊星歯車機構及び位相変更用駆動手段を一括に、かつコンパクトにカムシャフトの端部に組み付けることができるとともに、入、出力部材の絶対回転数の変化に関係なく安定した位相制御を行なうことができるようにする。

【解決手段】 サンギヤ11、プラネタリキャリア12及びリングギヤ15を備える遊星歯車機構10と、永久磁石22が配設されたロータ21及びステータコイル24が配設されたステータ23を備えるモータ20とが同心状に配置され、ロータ21及びステータ23がサンギヤ11及びプラネタリキャリア12にそれぞれ連結され、カムプーリ3がキャリア13に連結される一方、カムシャフト1がリングギヤ15に連結されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 サンギヤとブラネタリギヤを支持するブラネタリキャリアとリングギヤとの3要素で構成される遊星歯車機構を入、出力部材と同心状に配置し、この遊星歯車機構を介して入力部材と出力部材とを接続し、かつ、位相変更用駆動手段を遊星歯車機構の一部の要素に連結した回転位相制御装置において、上記位相変更用駆動手段は入、出力部材と同心状に配置されて互いに相対回転する2部材を有し、該2部材のうちの一方を上記サンギヤに連結し、該2部材のうちの他方を上記ブラネタリキャリア、リングギヤのいずれかに連結するとともに、上記遊星歯車機構の3要素のうちで上記2部材が連結される要素のいずれかに上記入力部材を連結し、上記2部材が連結される要素以外の要素に上記出力部材を連結したことを特徴とする回転位相制御装置。

【請求項2】 上記位相変更用駆動手段の2部材を上記サンギヤと上記ブラネタリキャリアとに連結するとともに、上記入力部材を上記キャリアに連結し、上記出力部材を上記リングギヤに連結したことを特徴とする請求項1記載の回転位相制御装置。

【請求項3】 上記位相変更用駆動手段の2部材を上記サンギヤと上記リングギヤとに連結し、上記出力部材を上記ブラネタリキャリアに連結したことを特徴とする請求項1記載の回転位相制御装置。

【請求項4】 上記位相変更用駆動手段として、界磁用のコイルが配列された部材と永久磁石が配列された部材とを同心状に相対回転可能に設けたモータを構成し、駆動時に上記コイルへ通電することにより上記2部材を相対回転させ、駆動停止時に上記永久磁石の磁力により上記2部材の相対回転を阻止するための保持力が与えられるようにしたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の回転位相制御装置。

【請求項5】 上記界磁用のコイルへの通電状態の変更により、上記2部材を相対回転させるように回転力を付与するモータ状態と上記コイルに電磁石としての機能をもたせて上記2部材の相対回転を阻止するための保持力を与える保持力付与状態とに切替可能となるように位相変更用駆動手段を構成したことを特徴とする請求項4記載の回転位相制御装置。

【請求項6】 上記界磁用のコイルとは別に、位相変更用駆動手段の駆動停止時に上記2部材の相対回転を阻止するための保持力を与える電磁石を設けたことを特徴とする請求項4記載の回転位相制御装置。

【請求項7】 界磁用のコイルに対する通電回路にコイル両端を短絡可能とするスイッチ手段を設け、位相変更用駆動手段の駆動停止時に上記スイッチ手段を短絡状態とすることにより上記2部材の相対回転に対して逆トルクを与えるような誘導起電力が生じるように構成したことを特徴とする請求項4記載の回転位相制御装置。

【請求項8】 位相変更用駆動手段として、上記2部材

を用いてブラシレスDCモータを構成するとともに、上記入力部材もしくはこれを駆動する部分と上記出力部材とに回転角センサを設け、この両回転角センサの出力に基づいて上記ブラシレスDCモータへの通電を制御することを特徴とする請求項4～7のいずれかに記載の回転位相制御装置。

【請求項9】 位相変更用駆動手段として、上記2部材を用いてブラシレスDCモータを構成し、かつ、上記2部材を1回転未満の範囲で相対回転可能とするとともに、このブラシレスDCモータにポテンシオメータを内蔵し、このポテンシオメータの出力に基づいて演算手段により入力部材に対する出力部材の回転位相が求められるようにしたことを特徴とする請求項4～7のいずれかに記載の回転位相制御装置。

【請求項10】 上記位相変更用駆動手段として、2部材の間に形成された油圧室内の油圧の変化に応じて上記2部材が相対回転するペーンタイプの油圧式駆動手段を設けたことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の回転位相制御装置。

【請求項11】 出力部材をエンジンの動弁用のカムシャフトとし、入力部材を伝動手段を介してクランクシャフトに接続し、上記位相変更用駆動手段の駆動に応じてクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相が変えられることによりバルブ開閉タイミングが変えられるようにしたことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の回転位相制御装置。

【請求項12】 出力部材を吸気弁駆動用のカムシャフトとするとともに、上記遊星歯車機構もしくは位相変更用駆動手段に、入力側に対する出力側の相対回転可能範囲を所定回転角に規制するストッパ機構を設け、エンジン運転中における位相変更用駆動手段の停止時に保持力が不足した場合に上記ストッパ機構により規制された範囲内で吸気弁が遅角する方向にカムシャフトの回転位相が変化するように構成したことを特徴とする請求項11記載の回転位相制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジンのバルブタイミングの制御等に用いられる回転位相制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、入力部材に対する出力部材の回転位相を制御する装置は、例えばエンジンのバルブタイミングの制御に用いられており、この場合、クランクシャフトにより伝動手段を介して回転が伝達されるカムシャフトにより吸気弁や排気弁が開閉作動されるようになっている動弁機構において、クランクシャフトに連動するカムプリー等の入力部材と出力部材であるカムシャフトとの間に回転位相制御装置が組み込まれている。

【0003】 回転位相制御装置の構造は種々知られてお

り、比較的コンパクトで制御性等にすぐれたものとしては、例えば特開平4-232312号公報に示されるように、カムシャフトとカムプリーとの間に、サンギヤとブラネットキャリアに支持されブラネットギヤとリングギヤとからなる遊星歯車機構を設け、そのリングギヤにカムプリーを連結するとともに、ブラネットキャリアにカムシャフトを連結し、一方、エンジン本体にステップモータを設置し、遊星歯車機構のサンギヤを上記ステップモータにウォームギヤ等を介して接続した装置が知られている。

【0004】この装置では、上記サンギヤが停止されているときに、カムプリーに対してカムシャフトが遊星歯車機構の設計に応じた減速比で回転し、遊星歯車機構の減速比とクランクプリー、カムプリー間の減速比とで、カムシャフトがクランクシャフトに対して1/2の回転数で同期回転するとともに、上記サンギヤがステップモータにより駆動されるとカムシャフトの位相が変化している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の装置によると、カムシャフトの端部に遊星歯車機構を組み込む一方、エンジン本体側にステップモータを設置して、これとサンギヤとをウォームギヤ等を介して接続する必要があるため、組付け作業が面倒であるとともに、カムシャフト配設場所の近傍にステップモータ及びウォームギヤ等の設置スペースが必要となる。

【0006】また、上記ステップモータに接続されたサンギヤはステップモータの非駆動時に停止し、リングギヤ及びブラネットキャリアはクランクシャフトの回転に応じて回転して、ステップモータで駆動されるサンギヤと出力部材側のブラネットキャリアの相対速度がエンジン回転数に応じて変化するため、サンギヤを駆動する位相制御時の駆動トルク等がエンジン回転数（入、出力部材の回転数）に大きく影響される。

【0007】本発明は、上記の事情に鑑み、遊星歯車機構とその一部の要素に連結される位相変更用駆動手段とを一括に、かつコンパクトに入、出力部材に組み付けることができるように、入、出力部材の絶対回転数の変化に関係なく安定した位相制御を行なうことができる回転位相制御装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、サンギヤとブラネットギヤを支持するブラネットキャリアとリングギヤとの3要素で構成される遊星歯車機構を入、出力部材と同心状に配置し、この遊星歯車機構を介して入力部材と出力部材とを接続し、かつ、位相変更用駆動手段を遊星歯車機構の一部の要素に連結した回転位相制御装置において、上記位相変更用駆動手段は入、出力部材と同心状に配置されて互いに相対回転する2部材を有し、該2部材のうちの一方を上記サ

ンギヤに連結し、該2部材のうちの他方を上記ブラネットキャリア、リングギヤのいずれかに連結するとともに、上記遊星歯車機構の3要素のうちで上記2部材が連結される要素のいずれかに上記入力部材を連結し、上記2部材が連結される要素以外の要素に上記出力部材を連結したものである。

【0009】この装置によると、位相変更用駆動手段を構成する2部材が遊星歯車機構のうちの2つの要素に連結された状態で、これら遊星歯車機構及び位相変更用駆動手段が一括に出力部材等に組付けられる。そして、位相変更時以外は入力部材、遊星歯車機構の各要素、位相変更用駆動手段の2部材及び出力部材が全て一体的に回転し、位相変更用駆動手段の2部材が相対回転するように駆動されたときはそれに応じて遊星歯車機構の各要素が相対回転することにより出力部材の位相が変えられる。この場合、上記2部材の相対回転が遊星歯車機構で減速されて出力部材側に伝えられることにより、位相変更に要する位相変更用駆動手段のトルクが低減される。

【0010】この発明において、上記位相変更用駆動手段の2部材を上記サンギヤと上記ブラネットキャリアとに連結するとともに、上記入力部材を上記キャリアに連結し、上記出力部材を上記リングギヤに連結しておけば、上記位相変更用駆動手段の駆動により、上記入力部材及び位相変更用駆動手段の一方の部材に連結されたキャリアに対して位相変更用駆動手段の他方の部材に連結されたサンギヤが相対回転したとき、その相対回転が減速されてリングギヤ及び出力部材に伝えられる。

【0011】また、上記位相変更用駆動手段の2部材を上記サンギヤと上記リングギヤとに連結し、上記出力部材を上記ブラネットキャリアに連結しておけば、上記位相変更用駆動手段の駆動によりサンギヤとリングギヤとが相対回転したときに、その相対回転が減速されてキャリア及び出力部材に伝えられる上記位相変更用駆動手段として、界磁用のコイルが配列された部材と永久磁石が配列された部材とを同心状に相対回転可能に設けたモータを構成し、駆動時に上記コイルへ通電することにより上記2部材を相対回転させ、駆動停止時に上記永久磁石の磁力により上記2部材の相対回転を阻止するための保持力が与えられるようにすることが好ましい。

【0012】このようにすると、モータの駆動により入力部材に対する出力部材の位相が変更される。また、位相変更時以外はモータの駆動が停止されることにより、永久磁石による保持力で入力部材に対する出力部材の位相が一定に保たれる。

【0013】また、上記のように位相変更用駆動手段としてモータを構成する場合に、上記界磁用のコイルへの通電状態の変更により、上記2部材を相対回転させるように回転力を付与するモータ状態と上記コイルに電磁石としての機能をもたせて上記2部材の相対回転を阻止するための保持力を与える保持力付与状態とに切替可能と

なるようにしておき、あるいは、上記界磁用のコイルとは別に、位相変更用駆動手段の駆動停止時に上記２部材の相対回転を阻止するための保持力を与える電磁石を設けておくようにしてもよい。

【００１４】このようにすると、位相変更を行なわないときに、永久磁石による保持力に加えて電磁石の機能による保持力も与えられ、永久磁石による保持力を低減することができる。そして、永久磁石による保持力が低減されれば、モータの駆動による位相変更時に、保持力の解除に要する電流を小さくすることが可能となる。

【００１５】界磁用のコイルに対する通電回路にコイル両端を短絡可能とするスイッチ手段を設け、位相変更用駆動手段の駆動停止時に上記スイッチ手段を短絡状態とすることにより上記２部材の相対回転に対して逆トルクを与えるような誘導起電力が生じるように構成していても、永久磁石による保持力を低減することができる。

【００１６】また、位相変更用駆動手段として、上記２部材を用いてブラシレスＤＣモータを構成するとともに、上記入力部材もしくはこれを駆動する部分と上記出力部材とに回転角センサを設け、この両回転角センサの出力に基づいて上記ブラシレスＤＣモータへの通電を制御するようにしておけば、位相制御に必要な入力側及び出力側の回転角センサを利用して、上記モータの２部材の相対回転角を調べ、それに応じた界磁用のコイルへの通電電流の制御を行なうことができる。

【００１７】あるいはまた、位相変更用駆動手段として、上記２部材を用いてブラシレスＤＣモータを構成し、かつ、上記２部材を１回転未満の範囲で相対回転可能とするとともに、このブラシレスＤＣモータにポテンシオメータを内蔵し、このポテンシオメータの出力に基づいて演算手段により入力部材に対する出力部材の回転位相が求められるようにしておけば、上記ポテンシオメータの出力を、モータ駆動のための制御に用いるだけでなく、出力部材の位相の制御にも利用し得る。

【００１８】上記位相変更用駆動手段として、２部材の間に形成された油圧室内の油圧の変化に応じて上記２部材が相対回転するペーンタイプの油圧式駆動手段を設けてもよい。この場合、オイルポンプ等から与えられる油圧が低くて油圧式駆動手段のトルクが比較的小さい運転状態にあるときでも、遊星歯車機構で減速されることにより、出力部材の位相を変更することか可能である。

【００１９】また、本発明は、出力部材をエンジンの動弁用のカムシャフトとし、入力部材を伝動手段を介してクランクシャフトに接続し、上記位相変更用駆動手段の駆動に応じてクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相が変えられることによりバルブ開閉タイミングが変えられるようにしたものに有効に適用される。

【００２０】この場合、出力部材を吸気弁駆動用のカムシャフトとするとともに、上記遊星歯車機構もしくは位相変更用駆動手段に、入力側に対する出力側の相対回転

可能範囲を所定回転角に規制するストッパ機構を設け、エンジン運転中における位相変更用駆動手段の停止時に保持力が不足した場合に上記ストッパ機構により規制された範囲内で吸気弁が遅角する方向にカムシャフトの回転位相が変化するように構成することが好ましい。

【００２１】このようにすると、故障等によってエンジン運転中における位相変更用駆動手段の停止時に保持力が不足した場合、一定範囲内で吸気弁開閉タイミングがリタード側にずれ、吸・排気弁のオーバーラップが小さくなるので、オーバーラップが過度に大きくなるよりも燃焼安定性の確保等に有利となる。

【００２２】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。図１は本発明の装置の一実施形態を概略的に示す。この図に示す例では、エンジンの動弁機構に組み込まれるバルブタイミング可変装置に適用しており、１はエンジン本体（図示せず）に回転自在に支承されたカムシャフトであって、回転に伴って吸気弁２（または排気弁）を開閉作動するようになっている。カムシャフト１の端部周囲にはカムブリー３が位置し、カムブリー３はクランクシャフト４の端部に設けられたクランクブリー５にタイミングベルト６を介して接続されている。この例ではカムシャフト１が出力部材に相当し、カムブリー３が入力部材に相当する。

【００２３】上記カムシャフト１の端部に、遊星歯車機構１０と位相変更用駆動手段としてのモータ２０とが一括に組付けられ、これらにより回転位相制御装置が構成されている。

【００２４】上記遊星歯車機構１０は、サンギヤ１１と、複数のプラネタリギヤ１３を支持するプラネタリキャリア１２（以下、略してキャリア１２と呼ぶ）と、リングギヤ１５との３要素を備え、サンギヤ１１、キャリア１２及びリングギヤ１５が同心状に互いに回転可能に配置されている。また、上記モータ２０は、相対回転可能な２部材としてロータ２１とステータ２２とを備えている。

【００２５】モータ２０の相対回転可能な２部材のうち的一方がサンギヤ１１、他方がキャリア１２に連結され、例えばロータ２１がサンギヤ１１、ステータ２２がキャリア１２に接続されている。また、遊星歯車機構１０の３要素のうちでモータ２０の２部材が接続される要素のいずれか、例えば上記キャリア１２に、入力部材であるカムブリー３が接続されるとともに、遊星歯車機構１０の３要素のうちでモータ２０の２部材が接続される要素以外の要素であるリングギヤ１５に、出力部材であるカムシャフト１が接続されている。

【００２６】この回転位相制御装置の具体的構造を、図２～図４を参照しつつ具体的に説明する。上記カムシャフト１の端部にはねじ付きの軸体８が螺着され、この軸

体8の周囲に遊星歯車機構10及びモータ20を構成する部材並びにカムプリー3が組付けられている。上記リングギヤ15は、比較的大径の円筒状部分15aの内周にギヤ15bを有するとともに、この円筒状部分15aに連結壁15cを介して連結された筒軸部分15dを中心部に有し、この筒軸部分15dが上記軸体8に外嵌された状態で、上記軸体8及びピン16によりカムシャフト1に固定されている。

【0027】上記筒軸部分15dの周囲にはサンギヤ11が配置され、その周囲に、キャリア12に支持された3個のプラネタリギヤ13が、サンギヤ11及びリングギヤ15に噛合するように配置されている。また、カムプリー3は上記キャリア12の外周に一体に連設され、リングギヤ15の周囲に位置している。

【0028】上記モータ20は、永久磁石22を配設したロータ21と、界磁用の3相のステータコイル24を巻装したステータ23とからなり、ブラシレスDCモータとしての構成を備えている。当実施形態では、ロータ21とステータ23とが径方向内外に対向するように配置され、これらロータ21及びステータ23に12極の磁極を構成するように永久磁石22及びステータコイル24が配設されている。

【0029】上記ロータ21は遊星歯車機構10のサンギヤ11に一体に連設されており、このロータ21及びサンギヤ11がベアリング18を介して上記筒軸部分15dに回転可能に支持されている。一方、上記ステータ23はキャリア12及びカムプリー3と一体に形成されている。また、上記ロータ21の端面部に突起状のストッパ25が設けられるとともに、上記キャリア12の内周部に所定範囲にわたる円弧上の切欠部26が設けられ、この切欠部26に上記ストッパ25が突入しており、これら切欠部26及びストッパ25により、ステータ23とロータ21の相対回転可能範囲を規制することによりカムプリー3とカムシャフト1との相対回転可能範囲を所定回転角に規制するストッパ機構が構成されている。

【0030】図2において、27は上記ステータに連結された内カバー、28は図外のエンジン本体に固定された外カバー、29は両カバー27、28に設けられたスリップリングであり、このスリップリング29を介してステータコイル24への通電が行われるようになっている。

【0031】また、モータ20の制御とそれによるカムシャフト1の回転位相の制御のため、図1中に示すように、入力側及び出力側の回転角センサとして、クランクシャフト4の回転角を検出するクランク角センサ31と、カムシャフト1の回転角を検出するカム角センサ32とが設けられている。そして、これらのセンサ31、32からの回転数検出信号に基づき、コントロールユニット33により上記ステータコイル23への通電の制御

が行われるようになっている。

【0032】すなわち、カムシャフト1の位相制御を行う場合に、クランク角センサ31及びカム角センサ32からの信号に基づいてクランク角に対するカム角の位相変化が調べられるが、さらに、位相変更用駆動手段として上記ブラシレスDCモータ等の同期モータを用いる場合に、そのモータ20を駆動するためにはステータ23に対するロータ21の相対回転角を調べてそれに応じたステータコイル24への通電の制御を行う必要がある。そこで当実施形態では、クランク角センサ31及びカム角センサ32がモータ20を駆動するための制御にも利用され、つまりクランク角センサ31及びカム角センサ32からの信号と予め設定されている遊星歯車機構10の諸元とに基づき、遊星歯車機構10のキャリア13とサンギヤ11との相対回転角、つまりモータ20のステータ23とロータ21との相対回転角が求められ、それに応じてステータコイル24への通電の制御が行われるようになっている。

【0033】以上のような当実施形態の装置によると、位相変更時以外は後に詳述するようにカムプリー3と遊星歯車機構10及びモータ20を構成する各部材とカムシャフト1とが一体的に回転することにより、カムプリー3の回転がそのままカムシャフト1に伝達される。

【0034】この状態からバルブタイミングの変更のためにカムシャフト1の位相が変更されるときには、ステータコイル24への通電により、バルブタイミング変更分に見合うだけロータ21がステータ23に対して相対回転するようにモータ20が駆動される。これに伴い、カムプリー3及びステータ23と一体のキャリア12に対してサンギヤ11が相対回転し、それに応じてリングギヤ15が相対回転することにより、リングギヤ15と連結されているカムシャフト1の回転位相が変化する。

【0035】このように、遊星歯車機構10の各要素とモータ20の2部材がバルブタイミング変更時以外は一体回転し、バルブタイミング変更時のみその変更量に応じて相対回転するため、エンジン回転数の変化に関係なく安定した位相制御が行われる。

【0036】しかも、上記ステータ23に対するロータ21の相対回転、つまりキャリア12に対するサンギヤ11の相対回転が、リングギヤ15及びカムシャフト1に減速して伝えられ、位相変更に要するモータトルクを低減することができる。

【0037】ここで、遊星歯車機構の変速比等について説明しておく。遊星歯車機構のサンギヤ及びリングギヤの歯数及び各要素の回転数の関係は次式のようなになる。

【0038】

【数1】

$$n_r + (Z_s/Z_r) n_s - (1 + Z_s/Z_r) n_c = 0$$

あるいは、 $n_r + \gamma n_s = (1 + \gamma) n_c$

ただし、 Z_s : サンギヤの歯数

Z_r : リングギヤの歯数
 n_s : サンギヤの回転数
 n_c : キャリヤの回転数
 n_r : リングギヤの回転数
 $\gamma = Z_s / Z_r$

遊星歯車機構の3要素のうちの1つを固定、他の1つを駆動、残る1つを被駆動とし、駆動側の要素の回転数を

N_i 、被駆動側の要素の回転数を N_o とすれば、固定される要素の回転数は0であるので、上記式から変速比(N_i / N_o)が求められる。固定、駆動、被駆動の関係を種々変えた場合につき、変速比を調べると、次の表のようになる。

【0039】

【表1】

		サンギヤ	リングギヤ	プラネットキャリヤ	変速比
減速	No. 1	駆動	固定	被駆動	$1 + \frac{1}{\gamma}$
	No. 2	固定	駆動	被駆動	$1 + \gamma$
増速	No. 3	固定	被駆動	駆動	$\frac{1}{1 + \gamma}$
	No. 4	被駆動	固定	駆動	$\frac{\gamma}{1 + \gamma}$
逆転 (減速) (増速)	No. 5	駆動	被駆動	固定	$-\frac{1}{\gamma}$
	No. 6	被駆動	駆動	固定	$-\gamma$

【0040】さて、モータ20の駆動と出力部材の位相変化との関係を調べる場合には、遊星歯車機構10の3要素の中で、入力部材(カムプーリ3)に連結される要素を固定とみなし、それ以外でモータ20の2部材の一方が連結される要素を駆動側、出力部材(カムシャフト1)が連結される部材を被駆動側と考えればよい。当実施形態の装置では、キャリヤ12が固定、サンギヤ11が駆動側、リングギヤ15が被駆動側と考えればよく、この場合、上記表中のNo5のパターンとなり、変速比の絶対値は $1/\gamma$ となる。従って、被駆動側のカムシャフト1の位相変化はモータ20による駆動側の回転に対して減速され、その減速度合に応じ、カムシャフト1を位相変化させるために必要なモータトルクが軽減される。そして、このモータトルクの軽減により、消費電力を少なくすることができる。

【0041】カムシャフト1の位相の変更を行なわないときには、上記モータ20の駆動が停止されることにより、上記ロータ21に設けられている永久磁石22による保持力で、ステータ23に対するロータ21の相対回転が阻止されることにより、カムプーリ3に対するカムシャフト1の相対回転が阻止される。

【0042】この場合、図5に示すように上記ステータ23とロータ21との間にはカムシャフト1側からの駆動反力によるカム駆動トルク T_d が作用し、このカム駆動トルク T_d はエンジンの中速域では比較的低いが、低回転域では、動弁系の潤滑条件が変るとともにパルプスプリングからのスプリング反力が大きく作用する(回転数が上昇すると回転慣性でスプリング反力が軽減される)等の理由により、カム駆動トルク T_d が増大する。これに対し、上記永久磁石22の磁力による保持トルク

T_h を予め全運転域で上記駆動トルク T_d を上回るように比較的大きく設定しておく、位相変更時以外はモータ20に通電を停止しさえすれば、カムシャフト1の位相は一定に保たれる。従って、制御が簡単になるとともに、位相変更の頻度が少ない場合に消費電力が少なくなる。

【0043】ただし、このように永久磁石22による保持トルク T_h を比較的大きく設定しておく、ステータコイル24に電流を流してモータ20を駆動する位相変更時に、保持トルク解除のために必要な電流値が比較的大きくなる。

【0044】そこで、図6に示すように、永久磁石22による保持トルク T_{h1} を比較的小さくし、その保持トルク $h1$ と比べて駆動トルク T_d が大きくなる領域では、ステータコイル24に電磁石としての保持トルク T_{h2} を生じさせるように通電してもよい。

【0045】つまり、ブラシレスDCモータを用いるような場合に、モータ駆動時にはステータ23に対するロータ21の回転角に応じて磁界を変化させるようにステータコイル24への通電電流を制御するが、永久磁石22に対応する電磁石として機能するようにステータコイル24へ一定の電流を流すようにすれば停止状態を保つための保持トルク T_{h2} を得ることもできる。従って、カム駆動トルク T_d が大きくなる低速域等では永久磁石22による保持トルク T_{h1} に加えてステータコイル24を利用した電磁石としての保持トルク T_{h2} を与えることにより駆動トルク T_d を上回るようにしつつ、永久磁石22による保持トルク T_{h1} を比較的小さくすることができ、これによって位相変更時に保持トルク解除のための電流値を小さくすることができる。

【0046】また、当実施形態では、切欠部26及びストッパ25からなるストッパ機構により、入力側に対する出力側の相対回転可能範囲を所定回転角に規制するようにしており、このようにすれば、故障時等にバルブタイミングが過度にずれてしまうことが避けられる。とくに、吸気弁2に対する動弁機構に適用した場合に、有効にフェイルセーフ機能が得られる。つまり、例えば上記のように電磁石としての保持トルク T_h2 を与えるようにする場合において、故障等で保持トルクが不足すると、駆動抵抗により、吸気弁2の開閉タイミングがリタードする方向にカムシャフト1の位相がずれるが、これによって吸・排気弁のオーバーラップは小さくなるので、オーバーラップが過度に大きくなる場合のように燃焼性が著しく悪化するようなことはなく、失火等を招かない程度の燃焼性は確保される。

【0047】なお、本発明の装置における位相変更用駆動手段等の構造は上記実施形態に限定されず、種々変更可能である。以下、他の実施形態について説明する。

【0048】位相変更用駆動手段を構成するモータ20としては、上記ブラシレスDCモータのほかステップモータ等を用いることもでき、2部材の相対回転角を制御し得るものであればよい。

【0049】モータ20の回転停止時に永久磁石22による保持トルクに加えて補助的に保持トルクを与える手段としては、ステータコイルとは別個に電磁石をステータまたはロータに設けておいてもよい。

【0050】あるいは、位相変更用駆動手段にステップモータ等を用いる場合に、図7に示すように、ステータコイル23'に対する電気回路に、電流供給用のトランジスタ35に加えて、コイル23'を短絡するトランジスタ（スイッチ手段）36を設けておき、モータの回転駆動時（位相変更時）にはトランジスタ35を介して2点鎖線矢印のようにコイル23'へ電流を供給する一方、モータの回転停止時にはトランジスタ35をオフするとともにトランジスタ36をオンとすることにより、ステータに対するロータの相対回転に応じて実線矢印のような誘導起電力が生じることで逆トルク（保持トルク）が得られるようにすることもできる。

【0051】また、上記実施形態では、ロータ21及びステータ23が円筒状に形成されて径方向内外に対向する円筒タイプとなっているが、図8～図10のような平板タイプとしてもよい。すなわち、これらの図に示す実施形態では、モータ120のロータ121及びステータ123が円盤状とされ、これらが軸方向に対向するように配置されるとともに、これらの相対向する面に永久磁石122とステータコイル124とがそれぞれ配設されている。

【0052】カムシャフト1の端部に遊星歯車機構10とモータ120とが同心状に一括に組付けられ、サンギヤ11とロータ121とが一体に連設され、キャリア1

2とステータ123及びカムブリー3が一体に連設され、リングギヤ15とカムシャフト1が固着連結されている点は前記の図2～図4に示す実施形態と同様である。また、ロータ121の側面にストッパ125が設けられるとともに、これに対応するキャリア12の側面に上記ストッパ125が突入する溝126が所定範囲にわたる円弧状に形成され、これらにより、入力側に対する出力側の相対回転可能範囲を規制するストッパ機構が構成されている。

【0053】このような構造でも、前記の図2～図4に示す実施形態と同様の作用が得られる。

【0054】また、図1に示す例ではクランク角センサ31及びカム角センサ32を用い、これらのセンサ31、32からの回転数検出信号に基づき、カムシャフト1の回転位相の制御とブラシレスDCモータの駆動のための制御とが行われるようになっているが、図11、図12に示すように、モータ120の内部にポテンシオメータ131を内蔵し、このポテンシオメータ131の出力に基づいてモータ駆動のための制御とカムシャフト1の位相の制御とを行なうようにすることもできる。

【0055】すなわち、上記ポテンシオメータ131は、例えばロータ121の側面に設けられた接点部分132と、ステータ123と一体のキャリア12に設けられて上記接点部分132に接触する検出子133とで構成され、ステータ123に対するロータ121の相対回転角を検出するようになっており、その出力に基づいてモータ駆動のための通電制御が行なわれる。さらに、位相変更用駆動手段としてのモータ120の駆動量は1回転より小さいため、ポテンシオメータ131の出力と遊星歯車機構10の変速比（前記の表1参照）とから、カムブリー3に対するカムシャフト1の位相変化を演算することができる。

【0056】図13はさらに別の実施形態による回転位相制御装置の構成を概略的に示し、図14はその具体的構造を示している。これらの図に示す実施形態でも、カムシャフト1の端部に遊星歯車機構210とモータ220とが同心状に一括に組付けられ、遊星歯車機構210がサンギヤ211と、プラネタリギヤ213を支持するキャリア212と、リングギヤ215とにより構成され、モータ220が永久磁石222を有するロータ221とステータコイル224を有するステータ223とで構成されている点は前記の図2～図4に示す実施形態と同様である。

【0057】この実施形態が前記の実施形態と異なる点としては、モータ220の2部材がサンギヤ211及びリングギヤ215に連結され、かつ、カムブリー3がリングギヤ215に連結される一方、カムシャフト1がキャリア212に連結されている。

【0058】すなわち、キャリア212の中心部に筒軸部分212aが一体に形成され、この筒軸部分212a

が軸体8に外嵌された状態で、キャリア212が軸体8及びピン216によりカムシャフト1に固着される一方、カムプーリ3とリングギヤ215とステータ223とが一体に形成され、カムシャフト1にベアリング217を介して回転可能に支持されている。また、サンギヤ211及びこれと一体のロータ221が、ベアリング218を介して上記筒軸部分212aに回転可能に支持されている。

【0059】当実施形態でも前記の実施形態と略同様の作用が得られるが、特に前記の表1を参照してモータ220の駆動と位相変化との関係を考察すると、当実施形態ではサンギヤが駆動、リングギヤが固定、キャリアが被駆動と考えればよいので、上記表中のNo1のパターンとなり、変速比は $[1 + 1/\gamma]$ となる。従って、前記の実施形態と比べてもより一層減速度合が高められ、カムシャフト1を位相変化させるために必要なモータトルクが軽減される。

【0060】また、モータの2部材をサンギヤ及びリングギヤに連結するとともに、カムシャフト(出力部材)をキャリアに連結する場合に、カムプーリ(入力部材)をサンギヤに連結してもよく、このようにすると、モータの駆動と位相変化との関係としては上記表中のNo2のパターンとなり、変速比は $[1 + \gamma]$ となる。

【0061】図15は位相変更用駆動手段のさらに別の実施形態を示し、この実施形態では、ペーンタイプの油圧モータ(油圧式駆動手段)320により位相変更用駆動手段を構成している。

【0062】すなわち、この油圧モータ320は、ステータに相当するケーシング323と、このケーシング323内に回転可能に配置されたロータ321とを有し、上記ケーシング323内周部の複数箇所にはロータ321に摺接する突壁324が設けられ、ロータ321には各突壁324間に位置するペーン322が配設されており、各突壁324間におけるペーン322の両側に油圧室325、326が形成されている。

【0063】上記油圧室325、326は制御弁331を介してオイルポンプ330に接続され、各油圧室325、326に対する作動油の給排が制御弁331によってコントロールされるようになっており、油圧室325、326の一方に作動油が供給されるとともに他方から作動油が排出されることによりロータ321がケーシング323に対して相対回転する。そして、この油圧モータ320を用いる場合でも、この油圧モータ320と前記各実施形態の中に示すような遊星歯車機構(図15では図示省略)とが組み合わせられ、油圧モータ320の駆動に応じて出力部材の回転位相が変更される。

【0064】この実施形態による場合、オイルポンプ330はエンジンで駆動されるため低回転時等に油圧モータ320のトルクが小さくなるが、遊星歯車機構と組み合わせられて、遊星歯車機構で減速されることにより、有

効に位相変更を行なうことができる。

【0065】

【発明の効果】本発明は、遊星歯車機構と相対回転する2部材を有する位相変更用駆動手段とを同心状に配置し、該2部材のうちの一方をサンギヤに連結し、他方をプラネタリキャリア、リングギヤのいずれかに連結するとともに、上記遊星歯車機構の3要素のうちで上記2部材が連結される要素のいずれかに入力部材を連結し、上記2部材が連結される要素以外の要素に出力部材を連結しているため、上記遊星歯車機構及び位相変更用駆動手段を一括に出力部材等に組付けことができ、組付け作業が簡単になる。しかも、位相変更時以外は入力部材、遊星歯車機構の各要素、位相変更用駆動手段の2部材及び出力部材が全て一体的に回転し、位相変更用駆動手段の2部材が相対回転するように駆動されたときはそれに応じて遊星歯車機構の各要素が相対回転することにより出力部材の位相が変えられるので、入、出力部材の回転数の変化に大きく影響されることなく安定した制御を行なうことができる。

【0066】この発明において、上記位相変更用駆動手段の2部材をサンギヤとプラネタリキャリアとに連結するとともに、入力部材をキャリアに連結し、出力部材をリングギヤに連結しておくか、あるいは、位相変更用駆動手段の2部材をサンギヤとリングギヤとに連結し、そのいずれかに入力部材を連結するとともに、出力部材を上記プラネタリキャリアに連結しておけば、位相変更用駆動手段の駆動によりその2部材が相対回転したときに、その相対回転が減速されて出力部材側に伝えられるため、位相変更に必要な位相変更用駆動手段の駆動トルクを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による回転位相制御装置の概略的である。

【図2】上記回転位相制御装置の具体的構造を示す断面図である。

【図3】カバーを取り外した状態での上記回転位相制御装置の正面図である。

【図4】図2中のA-A線に沿った断面図である。

【図5】カム駆動トルクと保持トルクとの関係の一例を示す図である。

【図6】カム駆動トルクと保持トルクとの関係の別の例を示す図である。

【図7】保持トルクを与える手段の別の例を示す回路図である。

【図8】回転位相制御装置のモータの構造の変更例を示す断面図である。

【図9】図8中に示すモータのステータの正面図である。

【図10】図8中に示すモータのロータの正面図である。

【図11】回転位相制御装置にポテンショメータを内蔵させた構造を示す断面図である。

【図12】図11に示す構造の要部の拡大断面図である。

【図13】別の実施形態による回転位相制御装置の概略的である。

【図14】図13に示した回転位相制御装置の具体的構造を示す断面図である。

【図15】回転位相制御装置における位相変更用駆動手段の別の実施形態を示す断面図である。

【符号の説明】

1 カムシャフト

2 吸気弁

3 カムプーリ

10, 210 遊星歯車機構

11, 211 サンギヤ

12, 212 キャリヤ

13, 213 プラネタリギヤ

15, 215 リングギヤ

20, 120, 220 モータ

21, 121, 221 ロータ

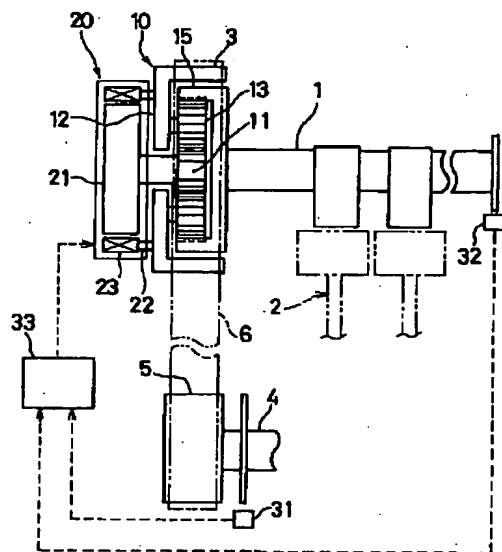
22, 122, 222 永久磁石

23, 123, 223 ステータ

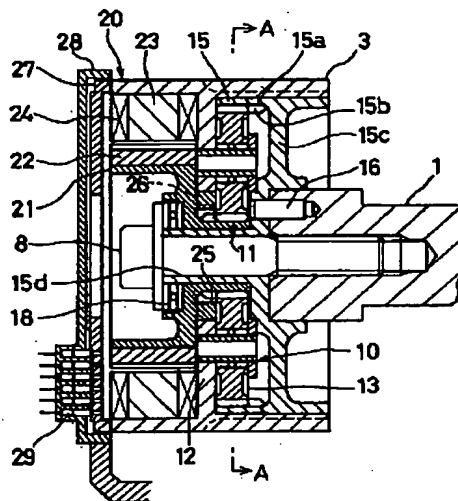
24, 124, 224 ステータコイル

320 油圧モータ

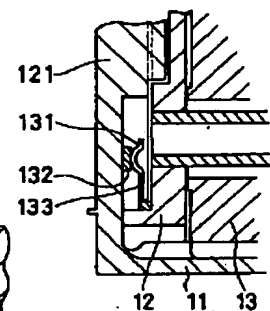
【図1】



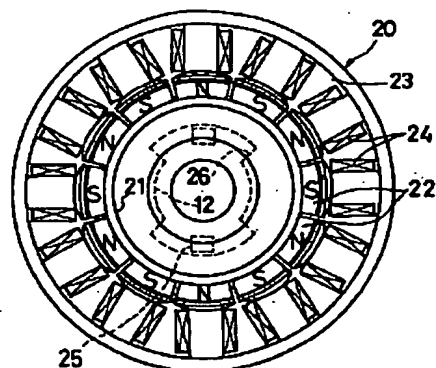
【図2】



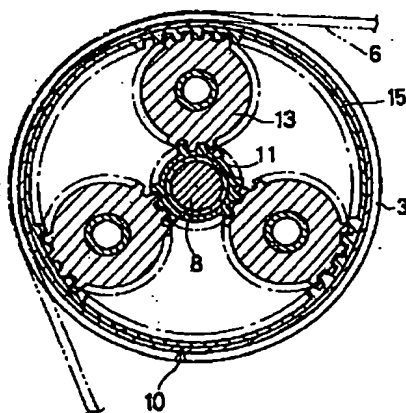
【図12】



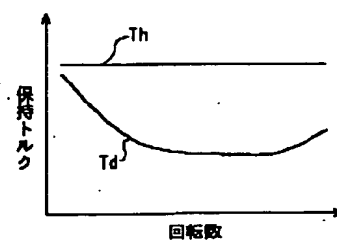
【図3】



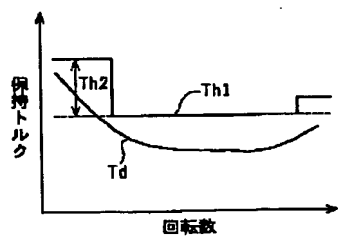
【図4】



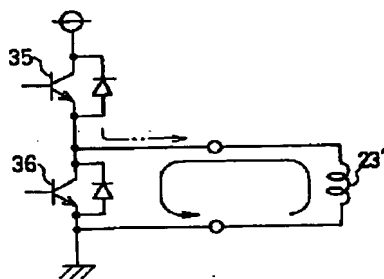
【図5】



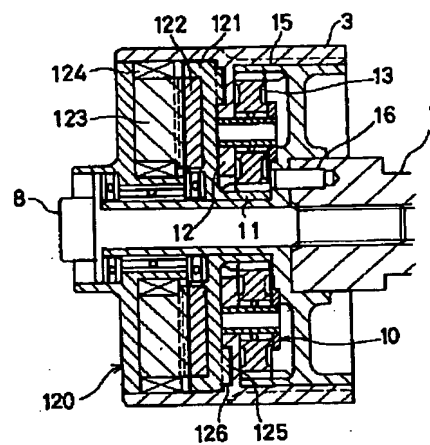
【図 6】



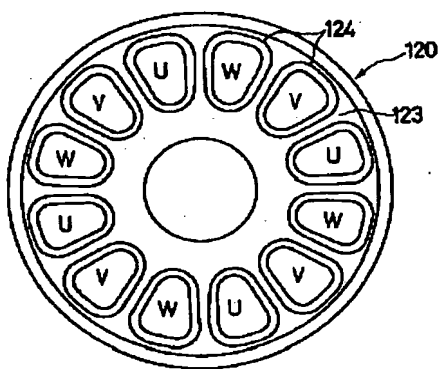
【図 7】



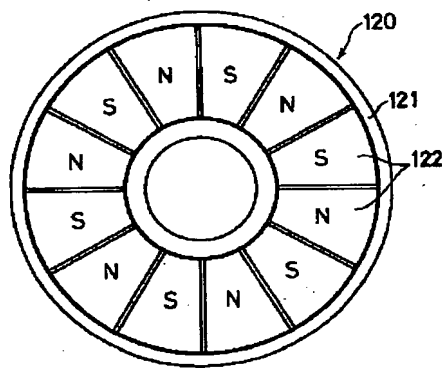
【図 8】



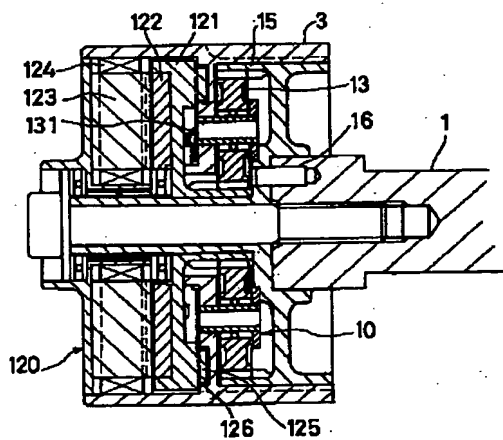
【図 9】



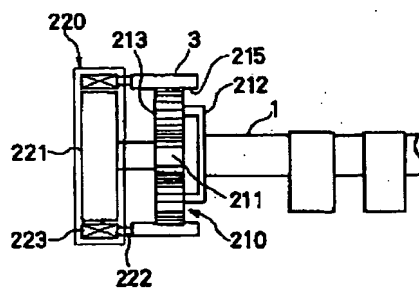
【図 10】



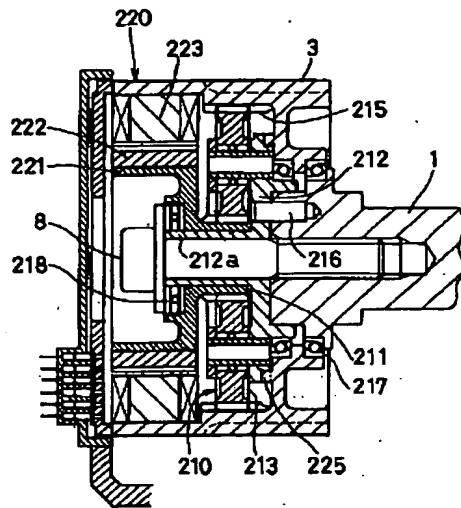
【図 11】



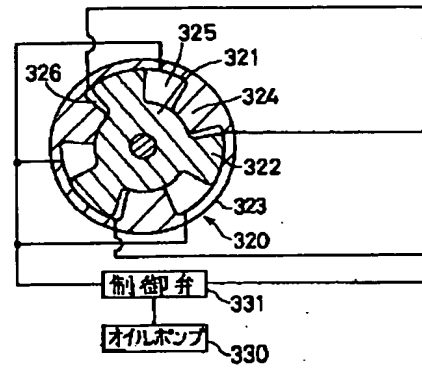
【図 13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 西川 俊秀
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTQ)